



DEUTSCHES
PATENTAMT

45/00 BM

- ⑲ Aktenzeichen: P 42 40 017.1
⑳ Anmeldetag: 27. 11. 92
㉑ Offenlegungstag: 1. 6. 94

DE 42 40 017 A 1

㉗ Anmelder:

Woco Franz-Josef Wolf & Co, 63628 Bad
Soden-Salmünster, DE

㉙ Vertreter:

Jaeger, K., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Köster, H.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 82131 Gauting; Böck, B.,
Dipl.-Ing. Univ., Pat.-Anwälte, 97074 Würzburg

㉚ Erfinder:

Antrag auf Nichtnennung

1. Werkstoff
2. Werkstoff
3. Form

44 ff

㉜ Verfahren zur Herstellung von zumindest zweiseitig offenen hohlen Formteilen

- ㉝ Hohlformteile aus polymeren Werkstoffen, insbesondere Kunststoffen, werden dadurch formkernlos hergestellt, daß nach dem vollständigen Füllen eines Formwerkzeugs mit Formmasse und Abkühlen der Außenränder des herzustellenden Formteils der noch fließfähige Formmassekern des Formteils unter Verwendung eines Schubfluids aus dem Formwerkzeug herausgedrückt wird, vorzugsweise zurück in den Vorratsspeicher der Spritzgießmaschine.

DE 42 40 017 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus polymeren Werkstoffen mit zumindest zweiseitig offenen kommunizierenden Hohlräumen durch Spritzgießen oder dem Spritzgießen analoge Formgebungsverfahren der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Art.

Speziell betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung solcher hohler Formteile, die eine nichtlineare Hohlraumgeometrie, insbesondere mit Hinterschnitten, aufweisen.

Nach dem gebräuchlichen Stand der Technik werden solche hohlen Formteile unter Verwendung zerstörbarer verlорener Formkerne hergestellt. Diese zerstörbaren verlорenen Formkerne können dabei durch Brechen zerstört und durch anschließendes Ziehen entfernt werden, wie dies beispielsweise aus den deutschen Patentschriften DE 25 37 251 C3 oder DE 26 06 528 C2 bekannt ist, oder durch Ausschmelzen entfernt werden, wie dies beispielsweise aus der deutschen Patentschrift DE 38 20 574 C2 bekannt ist.

Verlorene zerstörbare Formkerne der vorstehend genannten Art müssen in Anbetracht der hohen Drücke, die beim Füllen der Formhohlräume beim Spritzgießen von Kunststoffformmassen auftreten, und bei den dabei herrschenden hohen Temperaturen selbst eine hohe Festigkeit und Temperaturbeständigkeit aufweisen. So sollten solche verlорenen Formkerne zur Herstellung von hohlen Kunststoffformkörpern noch bei Temperaturen im Bereich von 250 bis 300°C eine ausreichende und maßhaltende Formbeständigkeit aufweisen. Neben speziellen Kunststoffformkernen für spezielle Einsatzgebiete haben sich daher in diesem Bereich des Kunststoffspritzgießens in der Praxis fast ausschließlich Schmelzkerne aus Metallen und Metallegierungen bewährt, die bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen ausschmelzbar sind.

Diese bekannten Ausschmelzverfahren und andere kernzerstörenden Verfahren weisen jedoch durch die erforderlichen Investitionskosten für die Schmelz- und Ausschmelzeinrichtungen und für die Investitionen zur Herstellung dieser Formkerne den Nachteil hoher Produktionskosten auf. Die überdies zur Herstellung von hohlen Formteilen nach diesen Verfahren erforderlichen vergleichsweise langen Fertigungszeiten verteuern die so hergestellten Werkstücke weiter. Techniken dieser Art sind daher nur für solche Formteile in der praktischen Anwendung, die in großen Serienstückzahlen gefertigt werden, wie beispielsweise Schlauchverbindungsstücke und Schlauchverteilerstücke für kleinkalibrige fluidführende Kunststoffrohrleitungen pneumatischer und hydraulischer Stell- und Steuersysteme. Für größer dimensionierte Produkte, die in kleinerer Stückzahl gefertigt werden, werden Herstellungsverfahren mit verlорenem Formkern belastend kostenaufwendig. So werden beispielsweise hohle Kunststoffverbindungsstücke oder großkalibrige Leitungsabschnitte im Kraftfahrzeugbau, wie beispielsweise Einlaßkrümmer, zwar unter Verwendung zerstörbarer verlорener Formkerne hergestellt, jedoch unter Inkaufnahme hoher Produktionskosten.

Die Fertigungsprobleme werden dabei gravierender, wenn für die Innenwandoberfläche solcher hohlen Formteile, soweit dies möglich ist, Spiegelglanz verlangt wird, so beispielsweise in Motorzuleitungen, speziell in dem vorstehend bereits genannten Einlaßkrümmer.

Dies hat dazu geführt, daß selbst im Kraftfahrzeug-

bau im Sandgußverfahren hergestellte Metallformteile trotz ihres gewaltigen Gewichts umfangreich noch nicht durch leichtere und flexiblere Kunststoffhohlformkörper ersetzt worden sind.

Ein weiteres gravierendes Problem bei der Herstellung solcher hohler Kunststoffformteile, insbesondere für fluidführende Leitungssysteme mit geometrisch komplizierter Rohrführung, wie dies insbesondere in der Kraftfahrzeugtechnik zur verbesserten Raumaussnutzung und zur Herabsetzung von Strömungsverlusten gefordert wird, ist die Ausbildung solcher Formteile mit nahtlos und durchgehend spiegelglatten Innenwandoberflächen. Solche spiegelglatten Innenwandoberflächen sind einerseits zur Vermeidung von Strömungsverlusten durch Wandreibung, aber auch zur Herstellung absolut dichter, genauer gesagt flächendichtender Rohrleitungssteckverbindungen für insbesondere pneumatische Leitungssysteme zur Vermeidung von Leckbildungen erforderlich.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein kostengünstiges Verfahren zur Herstellung auch komplizierter Formteile aus polymeren Werkstoffen mit zumindest zweiseitig offenen kommunizierenden, auch Hinterschnitten aufweisenden Hohlräumen durch Spritzgießen oder dem Spritzgießen analoge Formgebungsverfahren zu schaffen, bei dem die nach diesem Verfahren hergestellten Formteile durchgehend und nahtlos spiegelglatte Innenwandoberflächen aufweisen.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus polymeren Werkstoffen vor, deren untereinander kommunizierende, zumindest zweiseitig offene Hohlräume durch Spritzgießen dadurch ohne Benutzung eines Formkerns hergestellt werden, daß aus dem Inneren des noch im Formwerkzeug verbleibenden Formteils, das von radial auswärts nach radial einwärts fortschreitend erkaltet und sich dabei verfestigt, die die Hohlräume innerhalb der verfestigten Außenwand noch ausfüllende fließfähige Formmasse zumindest im wesentlichen axial aus dem dann hohlen Formteil und damit auch aus dem Formhohlraum des Formwerkzeugs herausgedrückt wird. Dieses Herausdrücken erfolgt mittels eines Fluids, das unter hohem Druck, typischerweise unter einem Druck von einigen 10 bar bis zu 200 bis 300 bar, und erhöhter Temperatur, vorzugsweise einer Temperatur im Bereich um bis zu ungefähr 20% unterhalb der Schmelztemperatur oder der Erweichungstemperatur, bzw., je nach verwendetem Polymer, um ungefähr um bis zu dem gleichen Betrag oberhalb des Verfestigungsbereiches des Polymers liegt, in den Formhohlraum des Formwerkzeugs eingedrückt wird.

Dieses Fluid kann sowohl ein Gas als auch eine Flüssigkeit, speziell auch eine Schmelze, insbesondere eine Polymerschmelze, sein. In aller Regel wird darauf zu achten sein, daß das zum Ausdrücken der polymeren Formmasse benutzte Fluid chemisch gegenüber dem Formmassenwerkstoff bestmöglich auch unter den gegebenen Druck- und Temperaturverhältnissen des Herstellungsverfahrens inert ist.

In diesem Fall ist das Medium zum Ausdrücken der noch fließfähigen überschüssigen Werkstückformmasse vorzugsweise Stickstoff oder Luft, ein inertes Öl, wie beispielsweise ein unter den genannten Verfahrensparametern inertes Siliconöl, oder eine Polymerformmasse, die sich chemisch gegenüber der Werkstückformmasse inert verhält.

Vorzugsweise wird das Ausdruckfluid, das unter er-

höherem Druck und erhöhter Temperatur in den Formhohlraum eingedrückt wird, von der offenen Seite her in das Hohlraumssystem des Formteils eingedrückt, die der Angußseite für die Werkstückformmasse gegenüberliegt. Beim Ausdrücken des noch fließfähigen Kerns des Formteils kann die verdrängte Werkstückformmasse entweder schneckenseitig durch ein separates Ventil oder eine separate in anderer Weise verschließbare Auslaßöffnung an der Schnecke vorbei in einen Sammler gedrückt werden, oder wird vorzugsweise unmittelbar in eine im Schneckenextruder ausgebildete Vorratskammer zurückgedrückt. Hierzu dienen insbesondere Schneckenextruder mit einer Rückzugsvorrichtung für die Schnecke. Diese letzte Anordnung hat den Vorteil, daß das aus dem Kern des herzustellenden hohlen Formraums durch das Eindrückfluid verdrängte Material unmittelbar wieder dem Formgebungsverfahren zur Verfügung steht. Demgegenüber weist die erste Verfahrensvariante den Vorteil auf, ein bei dem beschriebenen Formgebungsprozeß unter Umständen verändertes oder verunreinigtes Material aus dem fortlaufenden Formgebungsprozeß herauszuführen und entweder anderweitig weiter zu verarbeiten oder aufzubereiten und aufbereitet in den Formgebungsprozeß für das hohle Formteil zurückzuführen.

Wenn das Verdrängungsfluid ein Gas ist, wird der zum Eindrücken in das Werkzeug und zum Verdrängen des noch fließfähigen Kerns des Formteils vorzugsweise dadurch aufgebracht, daß das Druckgas aus einem Druckvorratsbehälter, beispielsweise einer Druckgasflasche, entnommen wird. Bei der Verwendung von Flüssigkeiten oder fließfähigen anderen Medien zum Ausdrücken des fließfähigen Kerns aus dem Formteil, werden dem Medium angepaßte und entsprechende Pumpen eingesetzt. Wenn das Ausdrückmedium beispielsweise eine Polymerschmelze ist, so wird dieses vorzugsweise über ein kleines Schneckenaggregat eingespritzt. Ebenso wie auf der Einspritzseite für die Werkstückformmasse kann auch auf der gegenüberliegenden Seite, auf der die Verdrängermedien in das Werkstück eingedrückt werden, zumindest teilweise zurückgedrückt werden. Dieses Zurückdrücken kann dabei durch eine Entspannung in die Vorratsbehälter hinein oder durch einen Druckaufbau von der Hauptspritzgießmaschine her erfolgen.

Die im einzelnen einzustellenden Betriebsparameter hängen wesentlich von der Geometrie des herzustellenden Formteils, vom Aufbau der Spritzgießmaschine und des Formwerkzeugs und von den verwendeten Werkstoffen ab. Die Parameteroptimierung kann vom Fachmann jedoch auf der Grundlage der Erfindung mit wenigen Versuchen vorgenommen werden. Dabei ist beim Arbeiten mit mehreren Formmassen, d. h. für den Aufbau eines mehrschichtigen Verbundformteils, darauf zu achten, daß die Temperaturführung und die Druckführung im Formgebungsprozeß so eingestellt sind, daß die Formmasse, die die ursprüngliche Werkstückformmasse aus dem Kernbereich des vorgeformten Formteils herausdrückt, jeweils eine höhere Viskosität als die zu verdrängende Formmasse hat.

Das Verdrängungsmedium braucht prinzipiell jedoch keineswegs stets inert zu sein, sondern kann durchaus planvoll reaktiv ausgewählt werden. Bei Verwendung chemisch aggressiv-reaktiver Formmassen zum Herausdrücken der im Formteilkern noch fließfähigen Polymerformmasse kann dieser Prozeß so geführt werden, daß die Ausdrückformmasse als Innenwandverkleidung auf der inneren Wandfläche des Formteils chemisch,

beispielsweise durch Vernetzung, aufwächst. Auch bei inertem Ausdrückformmassen können insbesondere durch die Wahl entsprechender Verweilzeiten ähnliche Wirkungen erzielt werden. Statt der chemischen Verbindung zwischen der Innenwand des Formteils und der von der Ausdrückformmasse aufgebauten Innenwandverkleidung sind dann lediglich mehr oder minder feste oder lockere physikalische Haftungen ausgebildet.

Prinzipiell entsprechendes gilt für den Fall, daß chemisch reaktive Gase zum Ausdrücken der fließfähigen Formmasse des Formteilkerns eingesetzt werden. In entsprechend geschlossen aufgebauten Formgebungssystemen können dadurch beispielsweise Chlorierungen, Fluorierungen oder Silicierungen der Innenwandoberfläche des Formteils durchgeführt werden.

Zur Herstellung geregelter Verfahrensparameter bei der Durchführung dieses Herstellungsverfahrens wird es sich in aller Regel empfehlen, ein Formwerkzeug zu verwenden, das eine Temperatursteuerung und Temperaturregelung der Formhohlraumwand ermöglicht. Im einfachsten Fall wird zur Durchführung des Verfahrens daher ein Formwerkzeug verwendet, das mit Kühlwasserleitungen im unmittelbaren Verlauf der Formnestkontur ausgerüstet ist. Eine Temperatursteuerung kann dabei in der Weise vorgegeben werden, daß die Kühlwasserleitungen an den Stellen enger verlegt werden, an denen das Formteil eine größere Wandstärke aufweisen soll, und umgekehrt, dort in geringerer Dichte, also mit größerem Abstand voneinander, verlegt werden, wo eine geringere Wandstärke des Formteils erforderlich ist. Die Parameter Durchfluß und Zulufttemperatur können dann zur Regelung der einzuhaltenden Temperatur dienen. Je nach dem Anwendungsfall können selbstverständlich statt der Wasserkühlung auch andere geeignete Kühlmittel, erforderlichenfalls auch Heizmittel, zur Steuerung und Regelung der Temperaturverteilung in den einzelnen Bereichen der Formhohlraumoberfläche eingesetzt werden. Entscheidend ist dabei lediglich, daß im Ergebnis die Wandstärke des nach dem Verfahren der Erfindung herstellbaren Formteils durch die Einstellung des Temperaturprofils auf der Oberfläche des Formhohlraums gesteuert werden kann; je kälter ein Formhohlraumwandbereich im Vergleich zu Nachbarbereichen ist, desto stärker wird die Formteilmwand in diesem Bereich sein. Wenn das Formteil dagegen an jedem beliebigen seiner Wandabschnitte gleiche Wandstärke aufweisen soll, wird die Temperatursteuerung der Formhohlraumoberfläche so auszulegen sein, daß die Oberfläche bei gefülltem Formwerkzeug eine durchgehend homogene Temperaturverteilung aufweist.

Bei dem Herausdrücken der Restmasse der Werkstückformmasse aus dem Formteilkern mit einem Gas ist weiterhin zu beachten, daß auch bei Verwendung eines der Werkstückformmasse gegenüber chemisch inertem Gases dieses sich unter den gegebenen hohen Temperaturen und hohen Betriebsdrücken merklich in der sich verfestigenden Werkstückformmasse, die die Wand des Formteils bildet, löst. Im weiteren Verlauf des Verfahrens führt dann jedoch eine Druckminderung im Inneren des auszuformenden Formteils auf der noch warmen Innenwandoberfläche des Formteils dazu, daß sich auch das im Oberflächenbereich der Formteilmwand gelöste Gas von der Formmassenmatrix trennt, Gasbläschen bildet und unter Aufreißen der Innenwandoberfläche aus der Polymermatrix austritt. Wenn das Formteil anschließend abgekühlt und entformt wird, weist seine innere Oberfläche eine blasig aufgerissene Oberflächenstruktur auf. Solcherart blasig rau aufge-

rissene Oberflächen sind jedoch häufig erwünscht, und zwar insbesondere dann, wenn diese Innenwandoberflächen in einem zweiten, dritten oder vierten Arbeitsgang mit anderen Werkstoffen beschichtet oder ausgekleidet werden sollen, beispielsweise mit Werkstoffen, die die Festigkeit, die Diffusionsbeständigkeit, die Dämmung oder andere Eigenschaften des hergestellten Formteils verbessern sollen.

Wenn die Innenwandoberfläche des Formteils nicht blasig aufgerissen oder aufgerauht, sondern durchgehend nahtlos spiegelglatt hergestellt werden soll, wird nach einer Ausgestaltung der Erfindung die nach der Verfestigung der radial außenliegenden Wandbereiche der Formteilkern aus dem radial innenliegenden Kernbereich des Formteils herauszudrückende Formmasse vorzugsweise mit einem Gas aus dem Formteil und aus dem zu diesem Zweck mit einer verschließbaren Auslaßöffnung versehenen Formwerkzeug herausgedrückt. Das hierzu verwendete Gas ist, bezogen auf den Erstarrungsbereich der Formmasse, relativ hoch erwärmt und weist vorzugsweise eine Temperatur im Bereich um den Erstarrungsbereich der Formmasse oder nur wenig darunter auf. Der Gasdruck, der dabei im Formhohlraum im Inneren des herzustellenden Formteils aufgebaut wird, wird vorzugsweise auf Werte im Bereich von 10 bis 20 bar bis zu 200 bis 300 bar, eingestellt.

Nach dem Ausdrücken der Polymerformmasse aus dem Formteil und dem Wiederverschließen des Formhohlraums wird das im Formwerkzeug eingeschlossene Gas unter unverändert hohem Gasdruck durch eine entsprechende Steuerung der Formhohlraumkühlung auf eine Temperatur abgekühlt, die deutlich unter dem Erstarrungsbereich der Formmasse liegt. Nach eingetretener Verfestigung auch der Innenwandoberfläche des Formteils wird das im Werkzeug eingeschlossene Gas durch erneutes Öffnen des Formhohlraums entspannt. Dabei bleibt das in der Werkstoffmatrix des hergestellten Formteils gelöste oder in Mischphase aufgenommene Gas in der nunmehr starren Werkstoffmatrix eingeschlossen, ohne die spiegelglatte Innenwandoberfläche des Formteils noch zu verwerfen oder gar aufzubrechen. Das aus dem Werkzeug entformte hohle Formteil weist eine durchgehend nahtlos spiegelglatte Innenwandoberfläche auf, wie sie insbesondere in strömungstechnischen Anwendungen oder zur Herstellung von Rohrsteckverbindungsstücken erforderlich sind, an die hohe Dichtheitsanforderungen gestellt werden.

Die Erfindung ist im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Beispiel

In einem Spritzgießwerkzeug wird ein Musterformstück mit einem durchgehenden, beidseitig offenen Kanal aus Polypropylen hergestellt. Das Formstück ist ein Rohrstück mit einem Innendurchmesser von 15 mm und einem Außendurchmesser von 25 mm. Das Rohrstück weist einen mehrfach gekrümmten Verlauf mit angeformten Flanschen an den beiden Enden auf.

Das Formwerkzeug ist mit Kühlkanälen um das Formnest herum versehen. Im Bereich der Flansche sind die Kühlkanäle dichter nebeneinanderliegend angeordnet, und zwar in der Weise, daß in radialer Richtung, bezogen auf den Verlauf der Kühlkanäle, pro Längeneinheit doppelt so viel Kühlkanäle wie im übrigen Formnestbereich angeordnet sind. Die dadurch in den Flanschbereichen verfügbare höhere Kühlleistung für

die größeren Formmasse-Massen bewirkt, daß das Musterformstück insgesamt von radial außen nach radial innen mit homogenem Temperaturprofil abkühlt und verfestigt wird.

Die Kühlkanäle werden mit Kühlwasser gekühlt, das eine Eintrittstemperatur von 20°C hat.

Das im Formwerkzeug ausgebildete Formnest wird auf einer gebräuchlichen Spritzgießmaschine über einen Schneckenextruder vollständig mit der Polypropylenformmasse gefüllt. Nach dem Füllen wird ständig über eine Verweilzeit von 1,5 min mit einem Druck von 300 bar Formmasse aus dem Speicher der Spritzgießmaschine in das Formnest nachgedrückt.

Nach dieser Verweilzeit wird von dem der auf einer Seite des Rohrstück-Formteils liegenden Angußseite gegenüberliegenden Ende des Formteils her durch Düsen, die gleichmäßig verteilt in dem Bereich des Formnests angeordnet sind, in dem die Rohrrinnenwand endet, heißer Stickstoff mit einer Temperatur von 180°C in das Formwerkzeug mit einem Druck von rund 80 bar eingedrückt. Dabei wird die noch fließfähige Schmelze aus dem Kernbereich des Formteils unmittelbar in den Zylinder der Spritzgießmaschine zurückgedrängt. Dabei ist die hier verwendete Spritzgießmaschine zu diesem Zweck mit einer Schneckenrückzugvorrichtung versehen, die das Zurückdrücken der noch fließfähigen geschmolzenen Formmasse aus dem Formteilkern in die Spritzgießmaschine erleichtert. Nach dem vollständigen Verdrängen des noch fließfähigen Formmassematerials aus dem Formteilkern heraus und in den Speicher der Spritzgießmaschine zurück wird das Schubgas durch Öffnen eines Ventils an der Düse der Maschine unter konstantem Druck in das Gasreservoir zurückgedrückt. Dadurch kann im Formnest und im Kernbereich des Formteils während des anschließenden Abkühlens des Schubgases von 180° auf 100 bis 120° ein konstanter Gasdruck aufrechterhalten werden.

Unter diesen Prozeßparametern ist nach einer Verweilzeit von 2 min die Polypropylenformmasse auch an der Oberfläche der Innenwand so weit erstarrt, daß keinerlei Blasenbildung mehr auftritt. Die Innenwandoberfläche des Formteils ist nach dem Entformen nahtlos über ihre gesamte Ausdehnung hin spiegelblank.

Die hier urschriftlich beigefügte Zusammenfassung ist Bestandteil der ursprünglichen Offenbarung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Formteilen aus polymeren Werkstoffen mit zumindest zweiseitig offenen kommunizierenden Hohlräumen durch Spritzgießen oder dem Spritzgießen analoge Formgebungsverfahren, bei denen eine fließfähige Formmasse unter Druck in einen Formhohlraum gefüllt und nach Erlangen der Formstabilität durch Erstarren und/oder Vernetzen entformt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Formhohlraum des Formwerkzeugs ohne Verwendung eines Formkerns zunächst vollständig mit der fließfähigen Formmasse gefüllt und die unter den jeweiligen Verfahrensparametern im Inneren des Formteils noch fließfähige Formmasse dann nach dem Fortschreiten der Verfestigung der Formmasse von der radial äußeren, an der Formhohlraumwand anliegenden Oberfläche des Formteils her nach radial innen zu bis zum Erreichen der Sollwandstärke des herzustellenden hohlen Formteils aus diesem und dem Formhohlraum herausgedrückt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Temperaturverlauf auf der Oberfläche der Formhohlraumwand nach Zeit und Ort geregelt, insbesondere nach Maßgabe des herzustellenden Innenwandprofils und der einzustellenden Oberflächenbeschaffenheit der Innenwandoberfläche des herzustellenden Formteils, programmiert gekühlt wird. 5
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Herausdrücken der Restmasse der noch fließfähigen Werkstückformmasse mit einem nach dem zeitlichen Ablauf programmierten Druckprofil nach Maßgabe des herzustellenden Innenwandprofils des Formteils bewirkt wird. 10 15
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die noch fließfähige Werkstückformmasse mit einem druckbeaufschlagten Gas oder mit einem anderen fließfähigen Werkstoff, insbesondere mit einer fließfähigen Polymerformmasse, aus dem herzustellenden Formteil herausgedrückt wird. 20
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als fließfähige Polymerformmasse zum Herausdrücken der Werkstückformmasse eine Polymerformmasse verarbeitet wird, die verschieden von der Werkstückformmasse des Formteils ist. 25
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Eindringen der Polymerformmasse zum Herausdrücken der Werkstückformmasse unter Einstellung der erforderlichen zeitlichen, thermischen und Druckparameter so geführt wird, daß die Ausdrück-Polymerformmasse unter Bildung einer locker anliegend ausgebildeten oder festen Schichtverbundstruktur als Innenwandverkleidung auf der Innenwand des hohlen Werkstück-Formteils entweder ohne nennenswerte Haftung oder unter Ausbildung einer physikalischen Haftung oder chemisch reaktiv aufwächst. 30 35 40
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die aus dem Formteil herausgedrückte Werkstück-Formmasse und gegebenenfalls, insbesondere separat, auch die abschließend durch ein Inertgas aus dem Formwerkzeug herausgedrückte Ausdrück-Polymerformmasse in noch fließfähigem Zustand in den Formgebungsprozeß zurückgeführt werden. 45
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß beim Ausdrücken der Polymer-Formmasse mit einem druckbeaufschlagten Gas dieses zunächst mit einer Temperatur in einem Bereich von möglichst dicht unterhalb der Schmelz- oder Erweichungstemperatur der Formmasse eingedrückt und dann mit angepaßtem Zeitprofil unter Beibehaltung des Gasdrucks abgekühlt wird. 50 55
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die sich in den Formhohlraum öffnenden Eintrittsdüsen für das Ausdrückmedium nach Maßgabe der geometrischen Kontur des herzustellenden Innenwandprofils des Formteils angeordnet und verteilt sind. 60
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zur Herstellung von hohlen Formteilen mit nahtlos durchgehend spiegelglatten Innenwandoberflächen, dadurch gekennzeichnet, daß die nach der 65

Verfestigung der radial außenliegenden Wandbereiche der Formteilwand aus dem Kernbereich des Formteils herauszudrückende Formmasse mit einem Gas aus dem Formteil herausgedrückt wird, das unter hohem Druck steht und, bezogen auf den Erstarrungsbereich der Formmasse, eine relativ hohe Temperatur aufweist, daß dann bei wieder geschlossenem Formhohlraum unter unverändert hohem Gasdruck im Inneren des Formhohlraumes das Gas bis deutlich unter den Erstarrungsbereich der Formmasse abgekühlt, nach eingetretener Verfestigung auch der Innenwandoberfläche des Formteils durch Öffnen des Formhohlraumes entspannt und schließlich das fertige Formteil mit durchgehend nahtloser spiegelglatter Innenwandoberfläche entformt wird.